



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : HUANG
Application No. : 10/781,889
Filed : February 20, 2004
Title : METHOD FOR INITIALIZATION AND STEPSIZE
CONTROL OF TIME-DOMAIN EQUALIZER IN...
Group Art Unit : 2631
Examiner : Unassigned
Attorney Docket : 3111-421

Honorable Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Sir:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55, Applicant hereby claims priority from Taiwan Patent Application Nos. 092103588, filed February 21, 2003. A certified copy of the priority document is enclosed.

Acknowledgment of the receipt of the claim to priority, along with the certified copy of the priority document is respectfully requested.

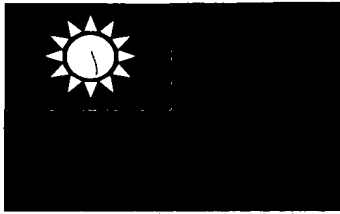
Respectfully submitted,

Date: June 20, 2005

By:


Bruce H. Troxell
Reg. No. 26,592

TROXELL LAW OFFICE PLLC
5205 Leesburg Pike, Suite 1404
Falls Church, Virginia 22041
Telephone: (703) 575-2711
Telefax: (703) 575-2707



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 02 月 21 日
Application Date

申請案號：092103588
Application No.

申請人：瑞昱半導體股份有限公司
Applicant(s)

10/781,889
Gau: 2631
3111-421

局長
Director General

蔡練生

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

發文日期：西元 2003 年 9 月 16 日
Issue Date

發文字號：09220934690
Serial No.

申請日期：
申請案號：

IPC分類

91A-01405

以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

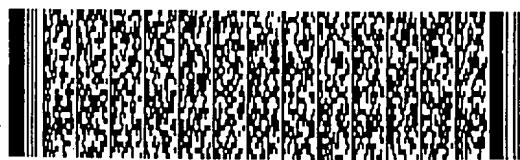
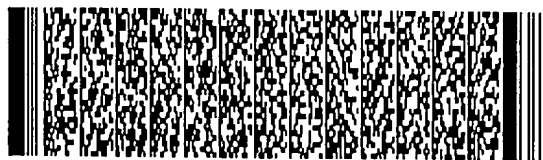
一、 發明名稱	中 文	多載波通訊系統中接收機時域等化器的初始化與步進控制方法
	英 文	
二、 發明人 (共1人)	姓 名 (中文)	1. 黃峰欽
	姓 名 (英文)	1.
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (中 文)	1. 高雄市三民區察哈爾一街34號
	住居所 (英 文)	1.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	1. 瑞昱半導體股份有限公司
	名稱或 姓 名 (英文)	1. Realtek Semiconductor Corp.
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中 文)	1. 新竹科學園區工業東九路2號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英 文)	1.
	代表人 (中文)	1. 葉博任
	代表人 (英文)	1.



四、中文發明摘要 (發明名稱：多載波通訊系統中接收機時域等化器的初始化與步進控制方法)

本發明係對於多載波通訊系統接收機內之時域等化器，提供其適應演算法所需之初始化與步進控制方法。在初始化方法中，時域遮罩法係先執行最大能量定位程序，再利用一時域遮罩來修改通道脈衝響應，即得目標脈衝響應之初始值；最後，將目標脈衝響應初始值及通道脈衝響應皆轉換至頻域予以相除，結果即為時域等化器脈衝響應之頻域初始值。頭尾等化法亦先執行最大能量定位程序，再將通道脈衝響應中此最大能量部分去除，合併剩下之頭尾兩部分，並於末端補足零點；最後，將經修改之通道脈衝響應轉換至頻域取倒數，即得時域等化器脈衝響應之頻域初始值，將其再乘上原通道脈衝響應之對應頻域值，即為目標脈衝響應之頻域初始值。步進控制方法則在執行一常用之時域等化器適應演算法時，用於控制其所需之步進係數 μ 。該控制方法係於執行初期，採用一較小之 μ 值，以避免結果發散；之後，則採用一較大之 μ 值，以避免結果收斂。

六、英文發明摘要 (發明名稱：)



四、中文發明摘要 (發明名稱：多載波通訊系統中接收機時域等化器的初始化與步進控制方法)

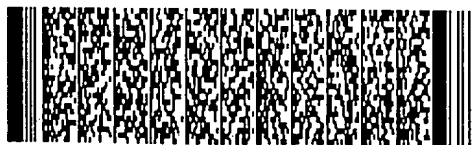
太慢，影響效能。

五、(一)、本案代表圖為：第圖三圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

30~35- 以時域遮罩法初始化一時域等化器之動作流程

六、英文發明摘要 (發明名稱：)



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

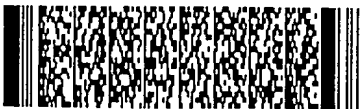
寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。



五、發明說明 (1)

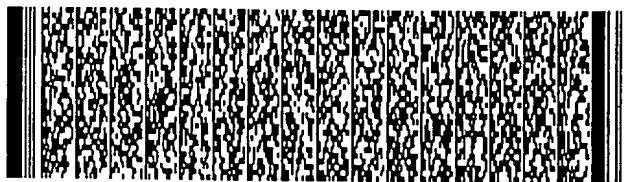
【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於多載波通訊系統中接收機之時域等化器的適應演算法，尤指分別運用時域遮罩與通道脈衝響應之頭尾兩端，以取得較佳之等化器脈衝響應初值的初始化方法，以及利用一特殊方式來控制適應演算法中最小均方法所需之步進係數，以改進效能的步進控制方法。

【先前技術】

隨著寬頻時代的來臨，新的寬頻通訊技術日形重要。其中，多載波調變 (multi-carrier modulation) 即為一重要的技術。請參閱圖一，其為一利用多載波調變技術之通訊系統100的方塊圖。該通訊系統100利用一組N點的反快速傅利葉轉換 (inverse fast Fourier transform，簡稱IFFT) 及一組N點快速傅利葉轉換 (fast Fourier transform，簡稱FFT) 各在發射機與接收機兩端來傳輸資料，如此便可將一通道 (channel) 106的頻寬切分成N個更小的子通道 (sub-channel)，並使各子通道間的訊號具有正交性 (orthogonality)，而使子通道各自所傳資料互不干擾。換言之，可避免「通道間干擾」 (inter-channel interference，簡稱ICI) 的問題。

我們將一組N點IFFT的輸出值稱作符元 (symbol)。而由於通道脈衝響應 (channel impulse response，CIR) 通常皆非理想，會造成一符元在經過通道106後，於接收端影響到後續符元的接收。為了防止此種「符元間干



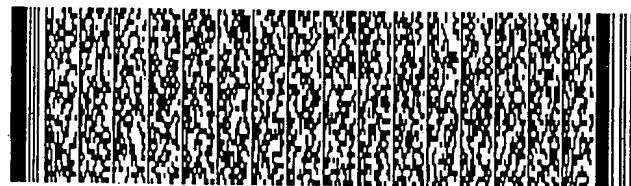
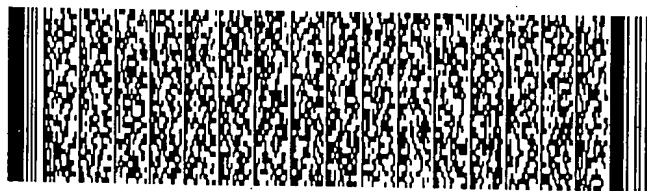
五、發明說明 (2)

擾」(inter-symbol interference, 簡稱ISI)及前述ICI的問題,一般採用為每個符元加上「週期前置」

(cyclic prefix)的方式。圖二為週期前置之示意圖,如圖所示,週期前置即是將每個符元最後 ν 點的取樣值,複製到該符元的最前面,所以每傳收一個符元,實際上是傳收了 $(N+\nu)$ 點的值。這部分的訊號處理,是由圖一中增加週期前置之電路103與移除週期前置之電路110來完成。

圖一之通訊系統100中,若通道脈衝響應(表示為 $h[n]$)的有效長度比週期前置的長度短,則一符元在經過通道106傳輸後,其於接收端之所得(即該符元與通道脈衝響應之捲積(convolution))並不會影響後續符元的接收。但若通道脈衝響應的長度比週期前置長,則ICI與ISI就無法避免。此時,就必須於接收端增設一脈衝響應為 $w[n]$ 之時域等化器(time-domain equalizer, TEQ),如圖一之方塊108所示,用以修正全系統之通道脈衝響應,使得修正後的總響應(在本說明書中稱為目標脈衝響應(target impulse response),以 $b[n]$ 表示),亦即通道脈衝響應 $h[n]$ 與該時域等化器108之脈衝響應 $w[n]$ 的捲積,其有效長度比週期前置還短,以避免ICI與ISI的問題。

由於通道脈衝響應會隨不同的傳輸通道而異,時域等化器108之脈衝響應便需隨之調整。有許多適應性(adaptive)的TEQ演算法陸續發展出來。由於這些適應演算法對於 $w[n]$ 與 $b[n]$ 之頻域初始值非常敏感,若未妥善



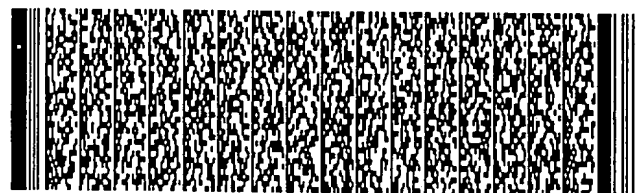
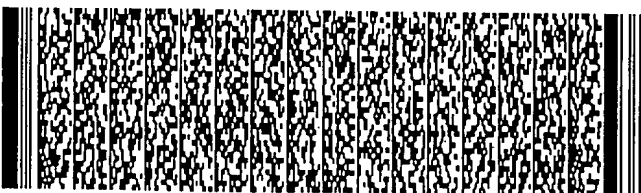
五、發明說明 (3)

進行初始化，會導致最後所得之調適結果不但差異極大，還容易落入不好的區域極點 (local maxima)。因此，亟需適當的初始化方法，以增進適應演算法的效能。另外，美國第5,285,474號專利所提的方法，為這些適應演算法中相當重要的一種。此篇專利利用FFT將時域等化器108之脈衝響應 $w[n]$ ，與目標脈衝響應 $b[n]$ 轉換至頻域

(frequency-domain)，再運用最小均方法 (least-mean-square algorithm) 與迫零準則 (zero-forcing criterion) 等適應性濾波器常用的技術，反覆計算訓練以逐步調整 $w[n]$ 與 $b[n]$ ，直至 $b[n]$ 修正至比週期前置還短。

在前述美國專利所提之TEQ演算法中，除了 $w[n]$ 與 $b[n]$ 之頻域初始值外，另有一項因素對其效能影響甚鉅，即用於最小均方法中逐步調整 $w[n]$ 之係數（在本說明書中稱為步進係數 (stepsize coefficient)）。若步進係數太小，則收斂速度會太慢，若太大，又容易造成發散的結果，皆會嚴重影響系統的效能。然而，前述美國專利中，並未對此步進控制的問題予以適當的解決。

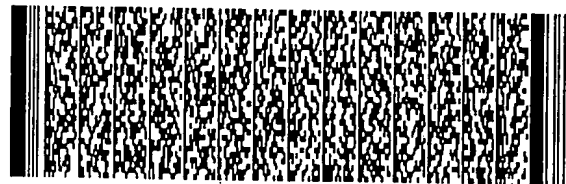
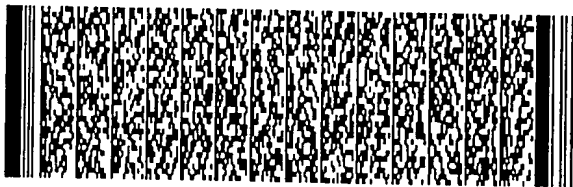
有鑑於此，本發明的著眼點，即在於對一時域等化器之適應演算法提供有效的初始化與步進控制方法，該時域等化器係用於多載波通訊系統之接收機中，而運用本發明所提之方法，可取得該時域等化器之脈衝響應及目標脈衝響應的較佳頻域初始值，及決定適當的步進係數，以避免前述問題，提昇多載波通訊系統的運作效能。



【發明內容】

本發明之主要目的，係提供用於多載波通訊系統中接收機之時域等化器 (TEQ) 的初始化方法，一為時域遮罩法，另一則為頭尾等化法，以提昇後續執行適應性TEQ演算法的效能。時域遮罩法係先找出多載波通訊系統之通道脈衝響應中，具有最大能量之連續複數個點，再將其餘各點設為零 (亦稱為「最大能量定位程序」)，如此得到一修改後的通道脈衝響應，其中，該連續複數點之點數係依週期前置的長度而定；接著，利用一時域遮罩 (time-domain window mask)，來調整該修改後的通道脈衝響應，所得結果即設定為目標脈衝響應的初始值；最後，將所得之目標脈衝響應初始值及通道脈衝響應皆轉換至頻域，並將兩者相除，結果即設定為時域等化器之脈衝響應頻域初始值。

頭尾等化法則同樣運用最大能量定位程序，先找出通道脈衝響應中，具有最大能量之連續複數個點，不過，此時該連續複數點之點數係依週期前置長度與時域等化器之系統響應長度的相減結果而定；接著，將該連續複數點去除，剩下之頭尾兩部分則加以合併，並於末端補上足夠的零點；最後，將此修改後之通道脈衝響應轉換至頻域，並取倒數，所得即為時域等化器之脈衝響應頻域初始值，將其再乘上原通道脈衝響應之頻域響應，即可得目標脈衝響應之頻域初始值。



五、發明說明 (5)

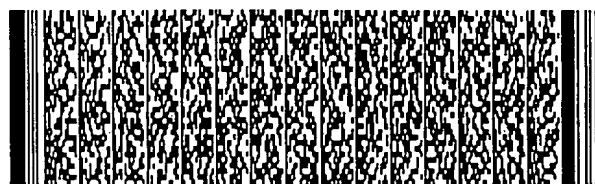
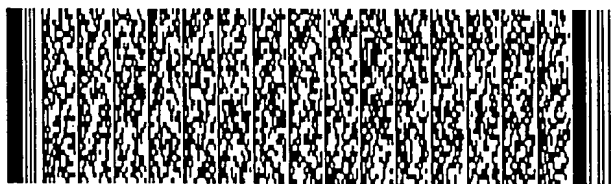
本發明之次一目的，係提出用於多載波通訊系統中接收機時域等化器之一適應演算法的步進控制方法，該適應演算法係先決定時域等化器之脈衝響應與目標脈衝響應之頻域初始值，並將兩者在時域分別經過前述最大能量定位程序處理，超出邊長部份予以切除（設為0），再將此兩者轉換至頻域，並計算出因時域切除而造成之頻域的誤差。接著，分別利用最小均方法與迫零準則得出頻域中經調整後之新的時域等化器脈衝響應與目標脈衝響應。最後，重複此一調適過程，使時域等化器之脈衝響應與目標脈衝響應的長度均縮短至一容許值，且滿足一預定之收斂條件為止。這其中，本發明之步進控制方法係於執行最小均方法時，將其步進係數於調適初期時設為一較小之值，避免調適結果發散；之後則設為一較大之值，以避免收斂太慢，影響系統效能。

為使貴審查委員對於本發明能有更進一步的了解與認同，茲配合圖式詳述本發明的實施方式如后。

【實施方式】

關於時域等化器之初始化，本發明提供了兩種實施做法，其一為時域遮罩法，其二為頭尾等化法。以下先詳述第一種。

圖三係以時域遮罩法初始化一時域等化器之動作流程圖。如前所述，時域等化器108位於圖一之多載波通訊系統100的接收機中，係用以縮短該通訊系統100之通道脈衝



五、發明說明 (6)

響應。此處假設通道脈衝響應 $h[n]$ 為一 N 點之估計值， $n=0 \sim N-1$ 。該通訊系統100傳收資料的方式，則是將資料編碼成符元，每一符元包含 N 個取樣點及一週期前置，其中該週期前置係該 N 個取樣點中之後 ν 個取樣點，如圖三所示，時域遮罩法包含以下步驟：

30：發射機傳送接收機已知的符元給接收機，以估計通道脈衝響應 $h[n]$ ；

31：計算 $h[n]$ 中，任何位置之連續 ν 點的總能量，以找出其中具有最大能量之連續 ν 點；

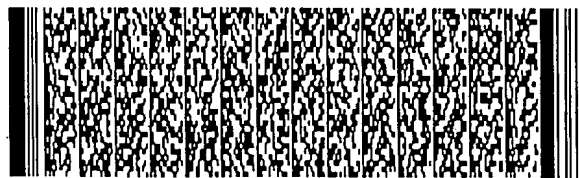
32：將 $h[n]$ 中具有最大能量之連續 ν 點外的其餘 $N-\nu$ 點設為零；

33：執行 $h[n]$ 與一時域遮罩 $m[n]$ ， $n=0 \sim N-1$ 之一乘法運算，以取得一目標脈衝響應估計值 $b[n]$ ， $n=0 \sim N-1$ ，其中 $b[n]=h[n]m[n]$ ；

34：將 $h[n]$ 與 $b[n]$ 轉換至頻域，分別產生 $H(i)$ 與 $B(i)$ ， $i=0 \sim N-1$ ，並以 $B(i)$ 為目標脈衝響應的頻域初始值；以及

35：將 $B(i)$ 除以 $H(i)$ ， $i=0 \sim N-1$ ，並以所得結果 $W(i)$ ， $i=0 \sim N-1$ 作為時域等化器108之頻率響應初始值。

步驟31中，係依 $\sum_{n=k}^{k+\nu} |h[n]|^2$ 的式子，從 $k=0$ 開始，每次依序計算 $h[n]$ 中連續 ν 點的能量，若計算時碰到 $h[n]$ 之尾端，則從 $h[n]$ 之頭端接著計算，以補足 ν 點。最後，再取所有計算結果中，能量最大之連續 ν 點。由於我們希望



五、發明說明 (7)

步驟33所得之目標脈衝響應 $b[n]$ 比週期前置(含 v 點)短，所以此處選擇計算連續 v 點的能量。

步驟33中，若 $h[n]$ 內具有最大能量之連續 v 點為 $h[k]$ 至 $h[k+v-1]$ ，則該時域遮罩 $m[n]$ 中， $m[k]$ 至 $m[k+v-1]$ 此 v 點之值係介於0與1之間，其餘各點之值為0，以調整經步驟32修改後的 $h[n]$ 。由於 $h[n]$ 經步驟32修改後，易造成其中所保留的點與被設為零的點之間邊界變動過大，因而無法取得較佳之時域等化器108的頻率響應初始值；再者，既然適應性TEQ演算法的目標，係使時域等化器108在經過逐步調適後，能成功地縮短通道脈衝響應 $h[n]$ ，換言之，即最後所得之目標脈衝響應 $b[n]$ 的尾端會逐漸變小。因此可合理假設， $b[n]$ 的初始值也具有類似的性質。故此法運用時域遮罩，即是要修飾步驟32所修改的 $h[n]$ ，避免前述邊界變動過大的問題，並使所得之 $b[n]$ 初始值的尾端具有逐漸收斂變小的特性。圖四A與B顯示兩個典型的時域遮罩之例，其數學表示式分別為

$$m[n] = \begin{cases} 1, & k \leq n \leq i \\ \frac{(k+v-1)-n}{(k+v-1)-i}, & i < n \leq (k+v-1) \\ 0, & \text{其餘各點} \end{cases}$$

(圖四A) 以及



五、發明說明 (8)

$$m[n] = \begin{cases} \frac{n-k}{i-k}; k \leq n \leq i \\ \frac{(k+u-1)-n}{(k+u-1)-i}; i < n \leq (k+u-1) \\ 0, \text{其餘各點} \end{cases}$$

(圖四B)，其中*i*值介於*k*與

$k+u-1$ 之間。此處必須強調，時域遮罩的「形狀」可視需要而修改，並不限於圖四之例。

步驟34中，係利用快速傅利葉轉換 (FFT) 將 $h[n]$ 與 $b[n]$ 轉換至頻域，而 $H(i)$ 與 $B(i)$ 分別代表 $h[n]$ 與 $b[n]$ 經過 FFT 運算後第 i 點的值。

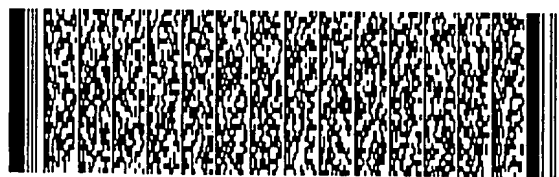
步驟34與35所得之 $B(i)$ 與 $W(i)$ 即可作為 $b[n]$ 與 $w[n]$ 的頻域初始值，用於各種適應性TEQ演算法中。

至於第二種初始化做法，請參閱圖五，其為以頭尾等化法初始化時域等化器108之動作流程圖。此處所用之假設與符號，皆與前述討論時域遮罩法的部分相同。如圖五所示，頭尾等化法包含以下步驟：

50：發射機傳送接收機已知的符元給接收機，以估計通道脈衝響應 $h[n]$ ；

51：計算 $h[n]$ 中，任何位置之連續 $u-l_w$ 點的總能量，以找出其中具有最大能量之連續 $u-l_w$ 點，其中 l_w 為時域等化器108之脈衝響應的長度；

52：除去 $h[n]$ 中具有最大能量之連續 $u-l_w$ 點，合併剩餘之 $N-u+l_w$ 點，並於尾端補上足夠的零值點，以產生一新的 N 點序列 $h'[n]$ ；



五、發明說明 (9)

53：將 $h'[n]$ 轉換至頻域，以產生 $H'(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ；

54：取 $H'(i)$ 的倒數， $i=0\sim N-1$ ，並以所得結果 $W(i)$ ， $i=0\sim N-1$ 作為等化器108之頻率響應初始值；以及

55：將 $h[n]$ 轉換至頻域，以產生 $H(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ，並將 $W(i)$ 乘以 $H(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ，以相乘結果 $B(i)$ ， $i=0\sim N-1$ 作為目標脈衝響應之頻域初始值。

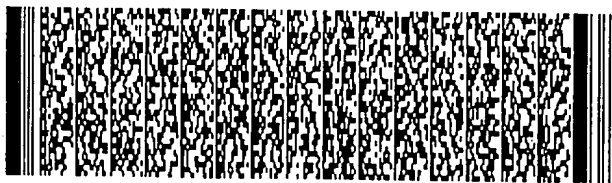
此法的概念是，若能找到一 $w[n]$ （即時域等化器108之脈衝響應），使其與步驟52所得之 $h'[n]$ 進行捲積後，結果為一理想脈衝響應（即長度僅有一點且其值為1之脈衝響應），則此 $w[n]$ 在與原來的 $h[n]$ 執行捲積時，會得到較短的目標脈衝響應 $b[n]$ 初始值。這是由於 $h[n]$ 中，具最大能量之連續 $U-1_w$ 點外的頭尾兩部分與此 $w[n]$ 進行捲積後，大部分皆會消失，是以最後所得的 $b[n]$ 較為理想，且長度可控制在 U 點內，亦即比週期前置還短。

步驟51中，計算最大能量之方式如同時域遮罩法之步驟31。步驟52中，係將中間具最大能量之連續 $U-1_w$ 點拿掉，再合併剩餘頭尾部份，此亦即頭尾等化法之名的由來。

步驟53與55中，係利用快速傅利葉轉換（FFT）將 $h'[n]$ 轉換至頻域，而 $H'(i)$ 代表 $h'[n]$ 經過FFT運算後第 i 點的值。

步驟54與55所得之 $W(i)$ 與 $B(i)$ 即可作為 $w[n]$ 與 $b[n]$ 的頻域初始值，用於各種適應性TEQ演算法中。

接著，詳述本發明之用於時域等化器適應演算法的步



五、發明說明 (10)

進控制方法。如圖一所示，時域等化器108位於圖一之多載波通訊系統100的接收機中，係用以縮短該通訊系統100之通道脈衝響應。此處假設通道脈衝響應 $h[n]$ 為一 N 點之估計值， $n=0\sim N-1$ 。該通訊系統100傳收資料的方式，則是將資料編碼成符元，每一符元包含 N 個取樣點及一週期前置，其中該週期前置係該 N 個取樣點中之最後 ν 個取樣點。請參閱圖六，其為時域等化器108之一常用適應演算法之動作流程圖。如圖所示，該方法係利用遞迴

(iterative) 演算的方式調適時域等化器108，以達成縮短通道脈衝響應的目的，其包含以下步驟：

60：決定時域等化器108之頻率響應初始值 $W_k(i)$ 及目標脈衝響應之頻域初始值 $B_k(i)$ ，其中 $i=0\sim N-1$ ， k 為調適索引值；

61：分別計算 $W_k(i)$ 與 $B_k(i)$ 經IFFT後所得之時域訊號 $w_k[n]$ 與 $b_k[n]$ ， $n=0\sim N-1$ 中，任何位置之連續 l_w 點與 ν 點的總能量，找出其中具有最大能量之連續 l_w 與 ν 點，並分別將其餘各點設為零，再作FFT，以得到頻域訊號 $W_{k,w}(i)$ 與 $B_{k,w}(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ，其中 l_w 為時域等化器108脈衝響應之長度；

62：將 $B_{k,w}(i)$ 減去 $W_{k,w}(i) \cdot H(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ，得到一結果 E_k ，其中 $H(i)$ 為 $h[n]$ 轉換至頻域後之值；

63：執行 $W_{k+1}(i) = W_{k,w}(i) + \mu E_k(i) \cdot H^*(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ，以調整時域等化器108之頻率響應，其中 $H^*(i)$ 為 $H(i)$ 之共軛複數， μ 為步進係數，其於調適初期時為一較小之值，之後則為一較大之值；



五、發明說明 (11)

64：計算 $W_{k+1}(i)$ 經IFFT後所得之時域訊號 $w_{k+1}[n]$ ， $n=0 \sim N-1$ 中，任何位置之連續 l_w 點的總能量，找出其中具有最大能量之連續 l_w 點，並將其餘各點設為零，再作FFT後，以得到頻域訊號 $W_{k+1,w}(i)$ ， $i=0 \sim N-1$ ；

65：執行 $B_{k+1}(i) = W_{k+1,w}(i) \cdot H(i)$ ，以調整目標脈衝響應；以及

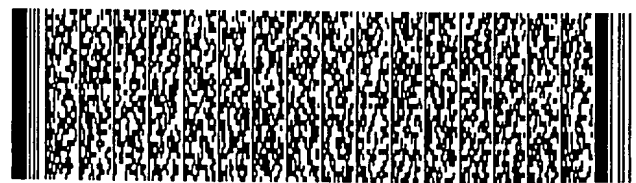
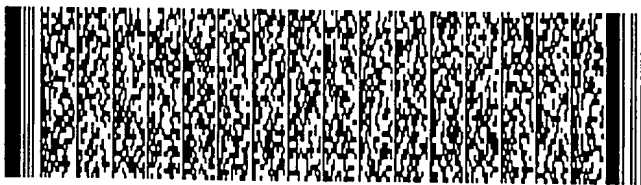
66：重複步驟61至65，直至滿足一預定之收斂條件。

步驟60中，決定 $W_k(i)$ 與 $B_k(i)$ 初始值的方式並未限定。不過，若採用前述本發明之時域遮罩法或頭尾等化法，當可獲致更好的調適效果。

步驟62所得之 E_k ，可視為在頻域中，將目標脈衝響應減去時域等化器108系統響應與通道脈衝響應的乘積，換言之，即是調適過程產生之誤差。

步驟63之運算式，即為標準之最小均方法。不過，本發明之步進控制方法，即用於如何決定步進係數 μ 。如前所述， μ 值太大或太小，都會造成問題。由於發散均發生於調適初期，因此本發明於調適初期，採用一較小之 μ 值，以避免調適結果發散；之後，則採用一較大之 μ 值，以避免調適結果收斂太慢，影響效能。以下列舉 μ 值之一具體實例。

在習知的做法中，所採用之 μ 值可視為一實驗（或模擬）所得的常數除以通道脈衝響應 $h[n]$ 之總能量。依本發明的步進控制方法，可將前述相除所得再乘上一預設的函數 $f(k)$ ，如圖七所示，來決定 μ 值：



五、發明說明 (12)

$\mu(K)$ (常數/h之總能量) * $f(k)$

$f(k) = k/M$, 當 $k \leq M$

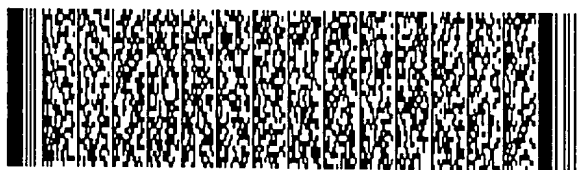
$= 1$, 當 $k > M$

其中， k 為調適索引值，代表第 k 次遞迴運算， M 為 10 至 20 左右之整數

由此例看來，於調適初期 ($k < M$)， $\mu(k)$ 不大，可防止發散；之後 ($k \geq M$)，則維持一較大之定值不變，避免收斂太慢。

步驟 65 之運算式，即為迫零準則之運用。步驟 66 中，該預定之收斂條件並未限定。一般可以誤差 E_k 小於一預定之臨限值 (threshold)，或步驟 61 至 65 重複執行一預定時間來作為收斂條件。

以上所述係利用較佳實施例詳細說明本發明，而非限制本發明之範圍。大凡熟知此類技藝人士皆能明瞭，適當而作些微的改變及調整，仍將不失本發明之要義所在，亦不脫離本發明之精神和範圍。綜上所述，本發明實施之具體性，誠已符合專利法中所規定之發明專利要件，謹請貴審查委員惠予審視，並賜准專利為禱。



圖式簡單說明

【圖式簡單說明】

圖一係一利用多載波調變技術之通訊系統的方塊圖。

圖二係週期前置之示意圖。

圖三係以本發明之時域遮罩法初始化一時域等化器之動作流程圖。

圖四係顯示時域遮罩法所使用的時域遮罩之兩例。

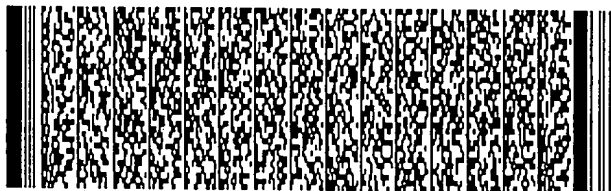
圖五係以本發明之頭尾等化法初始化一時域等化器之動作流程圖。

圖六係為一常用之時域等化器適應演算法之動作流程圖。

圖七係本發明用於決定步進係數之函數實例。

圖式之圖號說明：

- 100- 多載波通訊系統
- 101- QAM 調變器
- 102- IFFT 電路
- 103- 增加週期前置之電路
- 104- 並列至串列轉換器
- 105- 數位至類比轉換器
- 106- 通道
- 107- 類比至數位轉換器
- 108- 時域等化器
- 109- 串列至並列轉換器
- 110- 移除週期前置之電路



圖式簡單說明

111- FFT 電路

112- 頻域等化器

113- QAM 解調器

30~35- 以時域遮罩法初始化一時域等化器之動作流程

50~55- 以頭尾等化法初始化一時域等化器之動作流程

60~66- 常用之時域等化器適應演算法之動作流程



六、申請專利範圍

1. 一種將一時域等化器初始化的方法，係用於該時域等化器之適應演算法中，該時域等化器位於一多載波通訊系統之一接收機中，用以縮短該通訊系統之一通道的脈衝響應，該通訊系統則將資料編碼成符元以進行傳收，每一符元包含 N 個取樣點以及一週期前置，其中該週期前置係與該 N 個取樣點中之最後 ν 個取樣點相同，該系統之一發射機則傳送該接收機已知的符元給該接收機，以估得該通道之脈衝響應 $h[n]$ ， $n=0\sim N-1$ ，該方法包含以下步驟：
 - (a) 計算 $h[n]$ 中，任何連續 ν 點的總能量，以找出其中具有最大能量之連續 ν 點；
 - (b) 將 $h[n]$ 中具有最大能量之連續 ν 點外的其餘 $N-\nu$ 點設為零；
 - (c) 執行 $h[n]$ 與一已預先決定的時域遮罩 $m[n]$ ， $n=0\sim N-1$ 之一乘法運算，以取得一目標脈衝響應 $b[n]$ ， $n=0\sim N-1$ ，其中 $b[n]=h[n]m[n]$ ；
 - (d) 將 $h[n]$ 與 $b[n]$ 轉換至頻域，以分別產生 $H(i)$ 與 $B(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ；以及
 - (e) 將 $B(i)$ 除以 $H(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ，並以所得結果 $W(i)$ ， $i=0\sim N-1$ 作為該時域等化器之頻率響應初始值。
2. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中步驟(d)係利用快速傅利葉轉換(FFT)將 $h[n]$ 與 $b[n]$ 轉換至頻域，而 $H(i)$ 與 $B(i)$ 分別代表 $h[n]$ 與 $b[n]$ 經過FFT運算後第 i 點的值。

六、申請專利範圍

3. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該時域遮罩 $m[n]$ 之值係可使 $b[n]$ 的尾端逐漸變小。

4. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中若 $h[n]$ 內具有最大能量之連續 v 點為 $h[k]$ 至 $h[k+v-1]$ ，則該時域遮罩 $m[n]$ 中， $m[k]$ 至 $m[k+v-1]$ 之值係介於0與1之間，其餘各點之值為0。

5. 如申請專利範圍第4項所述之方法，其中該時域遮罩 m

$$m[n] = \begin{cases} 1, & k \leq n \leq i \\ \frac{(k+v-1)-n}{(k+v-1)-i}, & i < n \leq (k+v-1) \\ 0, & \text{其餘各點} \end{cases}$$

$[n]$ 之值為

， i 係介於 k 與

$k+v-1$ 間之整數。

6. 如申請專利範圍第4項所述之方法，其中該時域遮罩 m

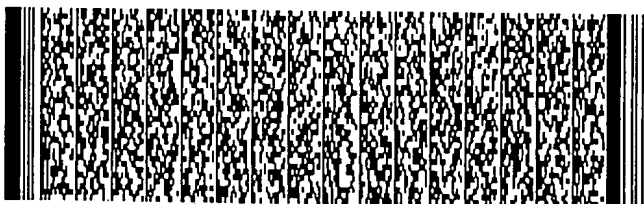
$$m[n] = \begin{cases} \frac{n-k}{i-k}, & k \leq n \leq i \\ \frac{(k+v-1)-n}{(k+v-1)-i}, & i < n \leq (k+v-1) \\ 0, & \text{其餘各點} \end{cases}$$

$[n]$ 之值為

， i 係介於 k 與

$k+v-1$ 間之整數。

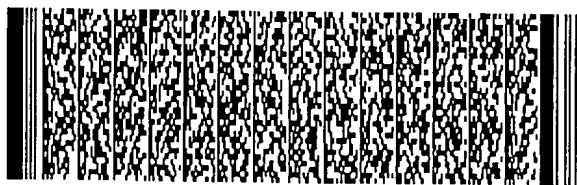
7. 一種將一時域等化器初始化的方法，係用於該時域等化器之適應演算法中，該時域等化器位於一多載波通訊系統之一接收機中，用以縮短該通訊系統之一通道的脈衝響應，該通訊系統則將資料編碼成符元以進行傳收，每一符元具有 N 個取樣點，再加上一週期前置，其中該週期前置係與該 N 個取樣點中之最後 v 個取樣點相同，該



六、申請專利範圍

系統之一發射機則傳送該接收機已知的符元給該接收機，以估得該通道之脈衝響應 $h[n]$ ， $n=0\sim N-1$ ，該方法包含以下步驟：

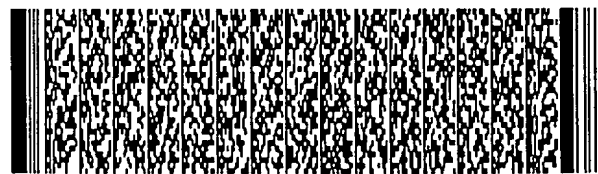
- (a) 計算 $h[n]$ 中，任何連續 $\nu-l_w$ 點的總能量，以找出其中具有最大能量之連續 $\nu-l_w$ 點，其中 l_w 為該等化器之長度；
 - (b) 除去 $h[n]$ 中具有最大能量之連續 $\nu-l_w$ 點，合併剩餘之 $N-\nu+l_w$ 點，並於尾端補上足夠的零值點，以產生一新的 N 點序列 $h'[n]$ ；
 - (c) 將 $h'[n]$ 轉換至頻域，以產生 $H'(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ；以及
 - (d) 取 $H'(i)$ 的倒數， $i=0\sim N-1$ ，並以所得結果 $W(i)$ ， $i=0\sim N-1$ 作為該時域等化器之頻率響應初始值。
8. 如申請專利範圍第7項所述之方法，其中步驟(c)係利用快速傅利葉轉換(FFT)將 $h'[n]$ 轉換至頻域，而 $H'(i)$ 代表 $h'[n]$ 經過FFT運算後第 i 點的值。
9. 如申請專利範圍第7項所述之方法，在步驟(d)後更包含一步驟(d0)：
- (d0) 將 $h[n]$ 轉換至頻域，以產生 $H(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ，並將 $W(i)$ 乘以 $H(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ，以相乘結果 $B(i)$ ， $i=0\sim N-1$ 作為一目標脈衝響應之頻域初始值。
10. 一種調適一時域等化器的方法，該時域等化器係位於一多載波通訊系統之接收機中，可縮短該通訊系統之一通道的脈衝響應，該通訊系統則將資料編碼成符元



六、申請專利範圍

以進行傳收，每一符元具有 N 個取樣點，再加上一週期前置，其中該週期前置係與該 N 個取樣點中之最後 ν 個取樣點相同，該系統之一發射機則傳送該接收機已知的符元給該接收機，以估得該通道之脈衝響應 $h[n]$ ， $n=0\sim N-1$ ，該方法包含以下步驟：

- (a) 決定該時域等化器之頻率響應初始值 $W_k(i)$ 及一目標脈衝響應之頻域初始值 $B_k(i)$ ，其中 $i=0\sim N-1$ ， k 為調適索引值；
- (b) 將 $W_k(i)$ 與 $B_k(i)$ 分別做IFFT轉換為時域訊號 $w_k[n]$ 與 $b_k[n]$ ， $n=0\sim N-1$ ，且分別計算其中任何連續 l_w 點與 ν 點的總能量，找出具有最大能量之連續 l_w 點與 ν 點，並分別將其餘各點設為零，再做FFT轉換回頻域，以得到 $W_{k,w}(i)$ 與 $B_{k,w}(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ，其中 l_w 為該時域等化器脈衝響應之長度；
- (c) 將 $B_{k,w}(i)$ 減去 $W_{k,w}(i) \cdot H(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ，得到一結果 E_k ，其中 $H(i)$ 為該通道脈衝響應 $h[n]$ 轉換至頻域後之值；
- (d) 執行 $W_{k+1}(i) = W_{k,w}(i) + \mu E_k(i) \cdot H^*(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ，以調整該時域等化器之頻率響應，其中 $H^*(i)$ 為 $H(i)$ 之共軛複數， μ 為步進係數，其於調適初期時為一較小之值，之後則為一較大之值；
- (e) 將 $W_{k+1}(i)$ 做IFFT轉換為時域訊號 $w_{k+1}[n]$ ， $n=0\sim N-1$ ，且計算其中任何連續 l_w 點的總能量，找出具有最大能量之連續 l_w 點，並將其餘各點設為



六、申請專利範圍

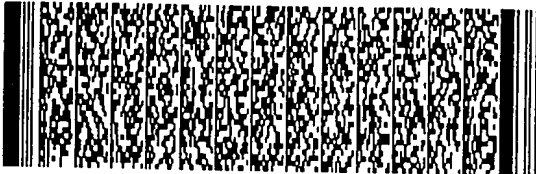
零，再做FFT轉換回頻域，以得到 $W_{k+1,w}(i)$ ， $i=0\sim N-1$ ；

(f) 執行 $B_{k+1}(i)=W_{k+1,w}(i)\cdot H(i)$ ，以調整該目標脈衝響應；以及

(g) 重複步驟(b)至(e)，直至滿足一預定之收斂條件。

11. 如申請專利範圍第10項所述之方法，其中步進係數 μ 等於一實驗所得的常數除以通道脈衝響應 $h[n]$ 之總能量，再乘上一預設的函數 $f(k)$ ，其中若 $k\leq M$ ， $f(k)=k/M$ ；若 $k>M$ ， $f(k)=1$ ， M 為一經驗值，大小約10至20之整數。
12. 如申請專利範圍第10項所述之方法，其中步驟(a)係採用時域遮罩法，以決定該時域等化器之頻率響應初始值及該目標脈衝響應之頻域初始值。
13. 如申請專利範圍第10項所述之方法，其中步驟(a)係採用頭尾等化法，以決定該時域等化器之頻率響應初始值及該目標脈衝響應之頻域初始值。

第 1/23 頁



第 2/23 頁



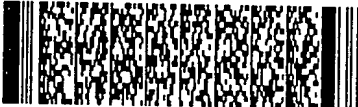
第 2/23 頁



第 3/23 頁



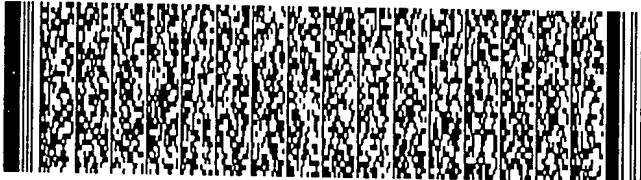
第 4/23 頁



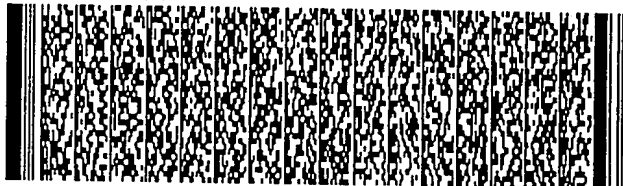
第 5/23 頁



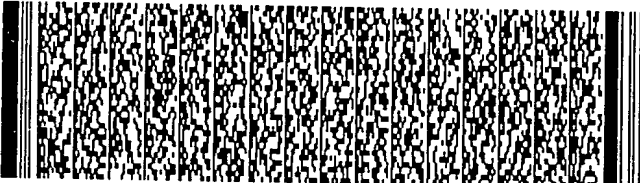
第 5/23 頁



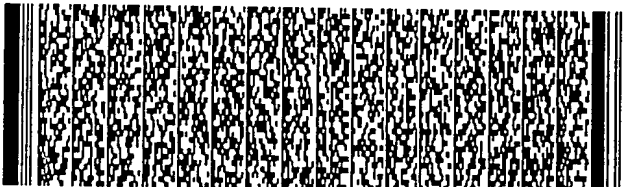
第 6/23 頁



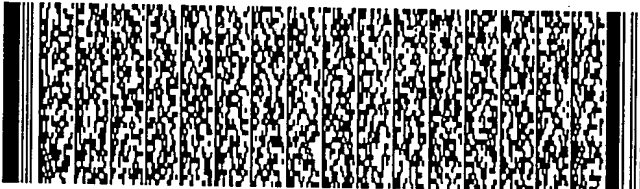
第 6/23 頁



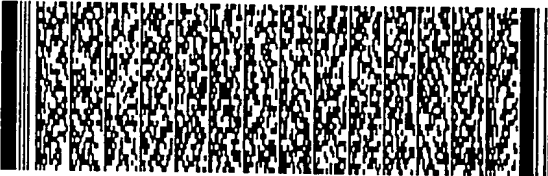
第 7/23 頁



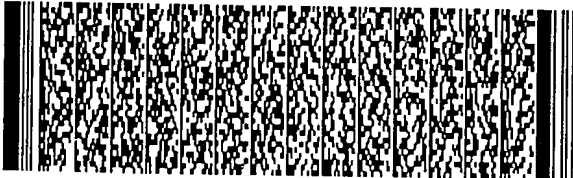
第 7/23 頁



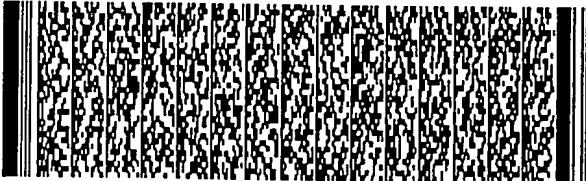
第 8/23 頁



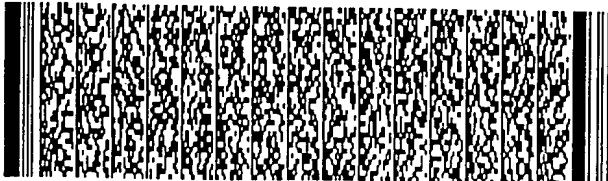
第 8/23 頁



第 9/23 頁



第 9/23 頁



第 10/23 頁



第 10/23 頁



第 11/23 頁



第 11/23 頁



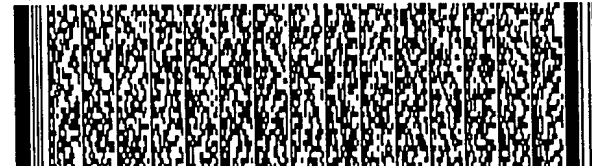
第 12/23 頁



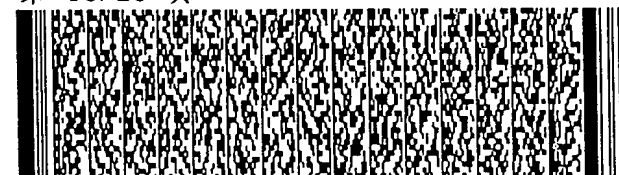
第 12/23 頁



第 13/23 頁



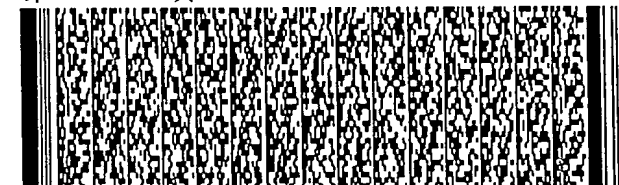
第 13/23 頁



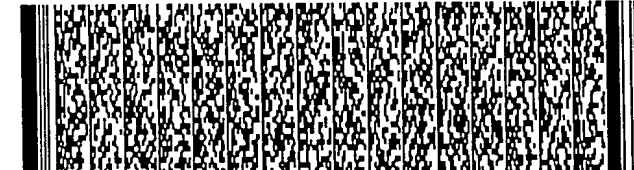
第 14/23 頁



第 14/23 頁



第 15/23 頁



第 15/23 頁



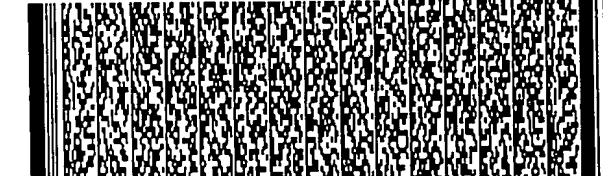
第 16/23 頁



第 16/23 頁



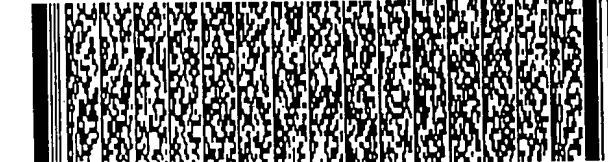
第 17/23 頁



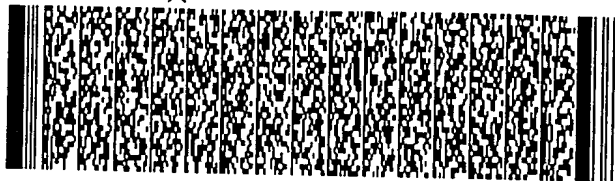
第 18/23 頁



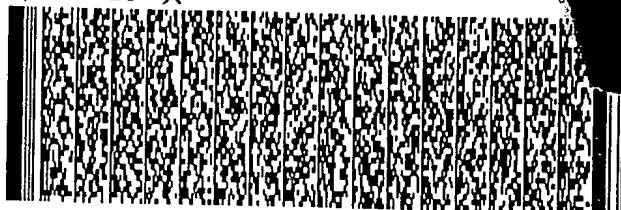
第 19/23 頁



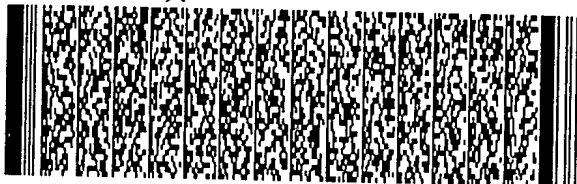
第 19/23 頁



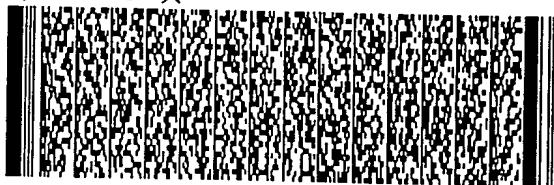
第 20/23 頁



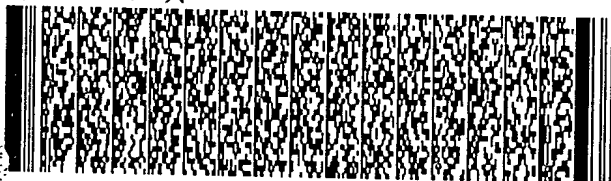
第 21/23 頁



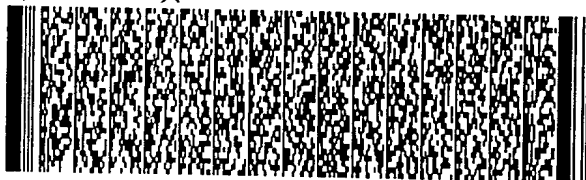
第 21/23 頁



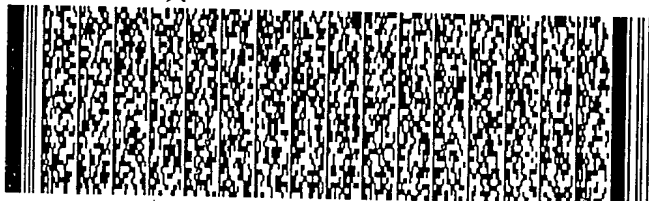
第 22/23 頁

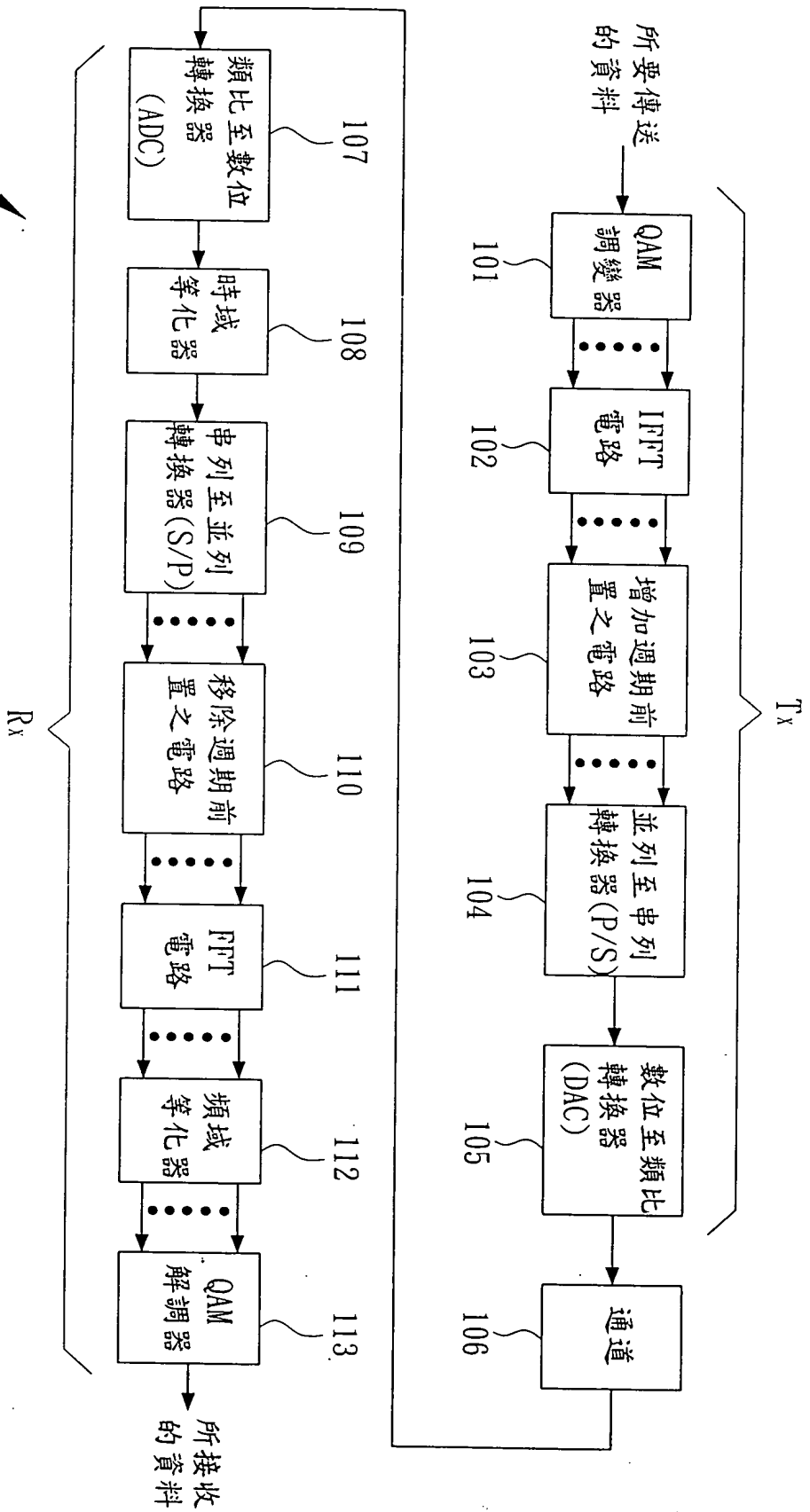


第 22/23 頁



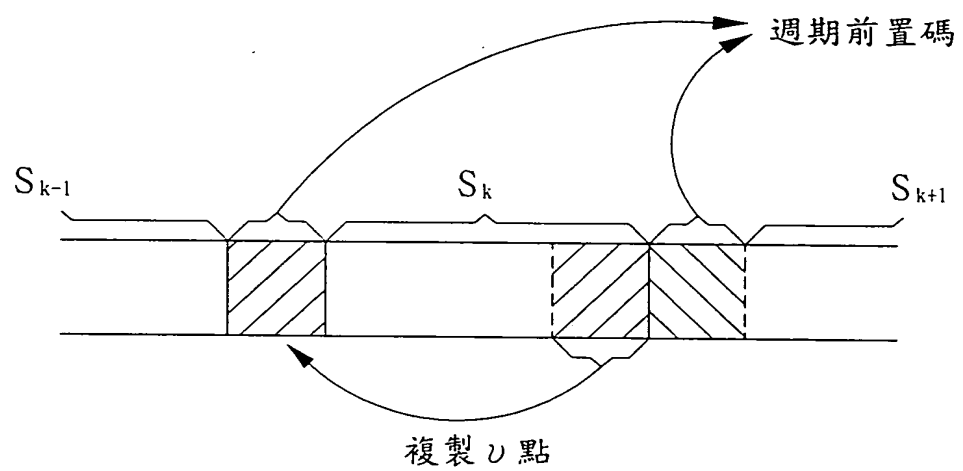
第 23/23 頁





100

圖 一



S_k :第K個符元

圖 二

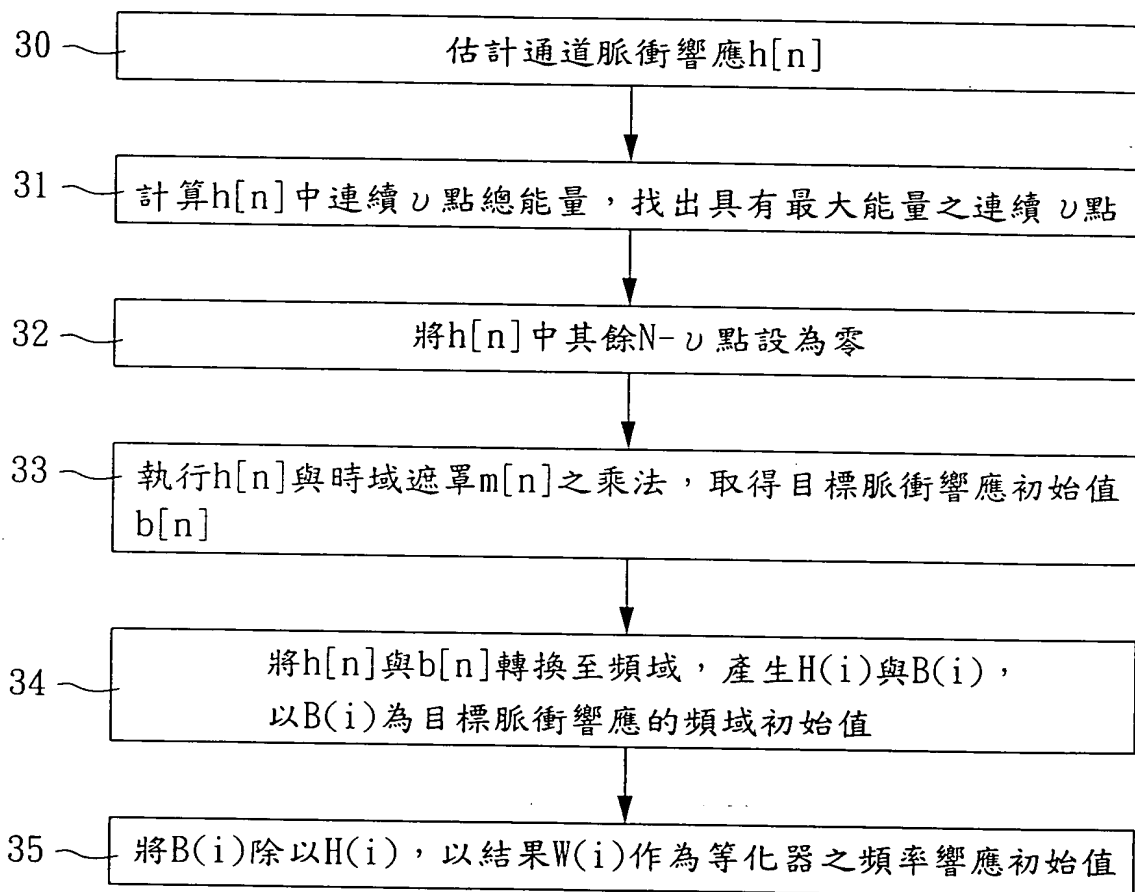


圖 三

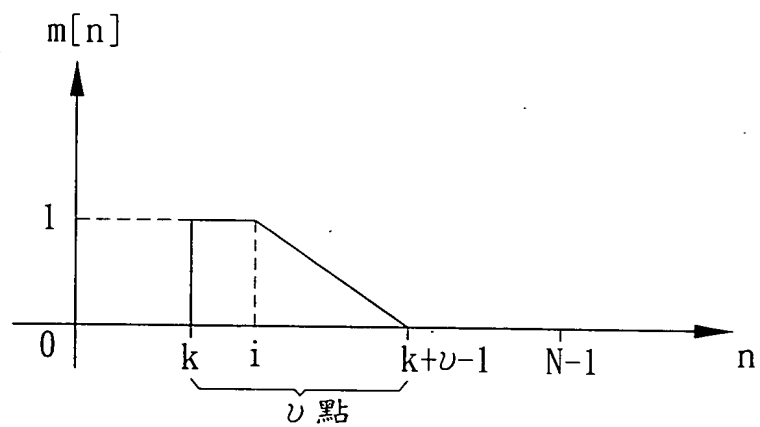


圖 四 A

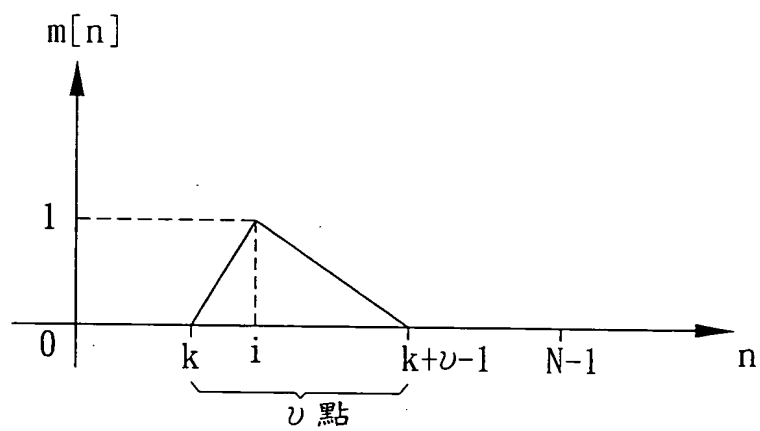


圖 四 B

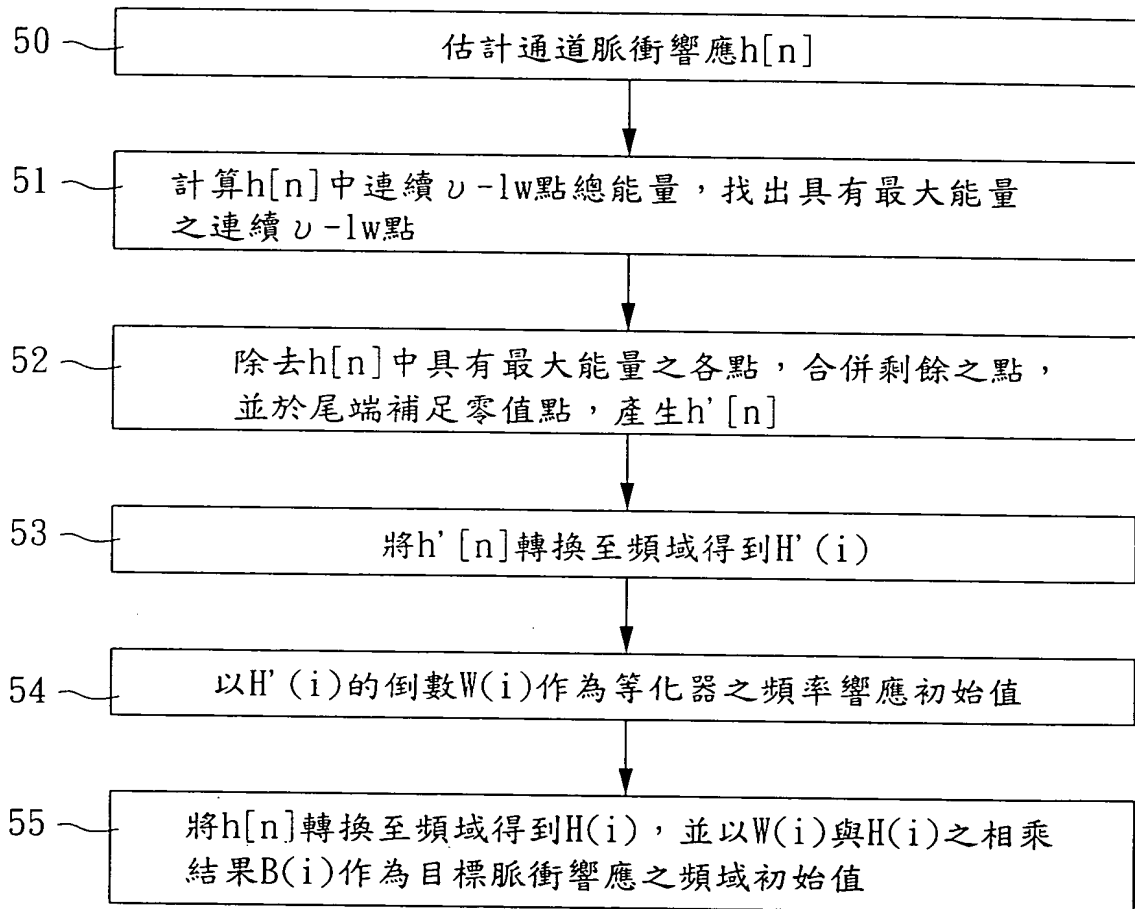


圖 五

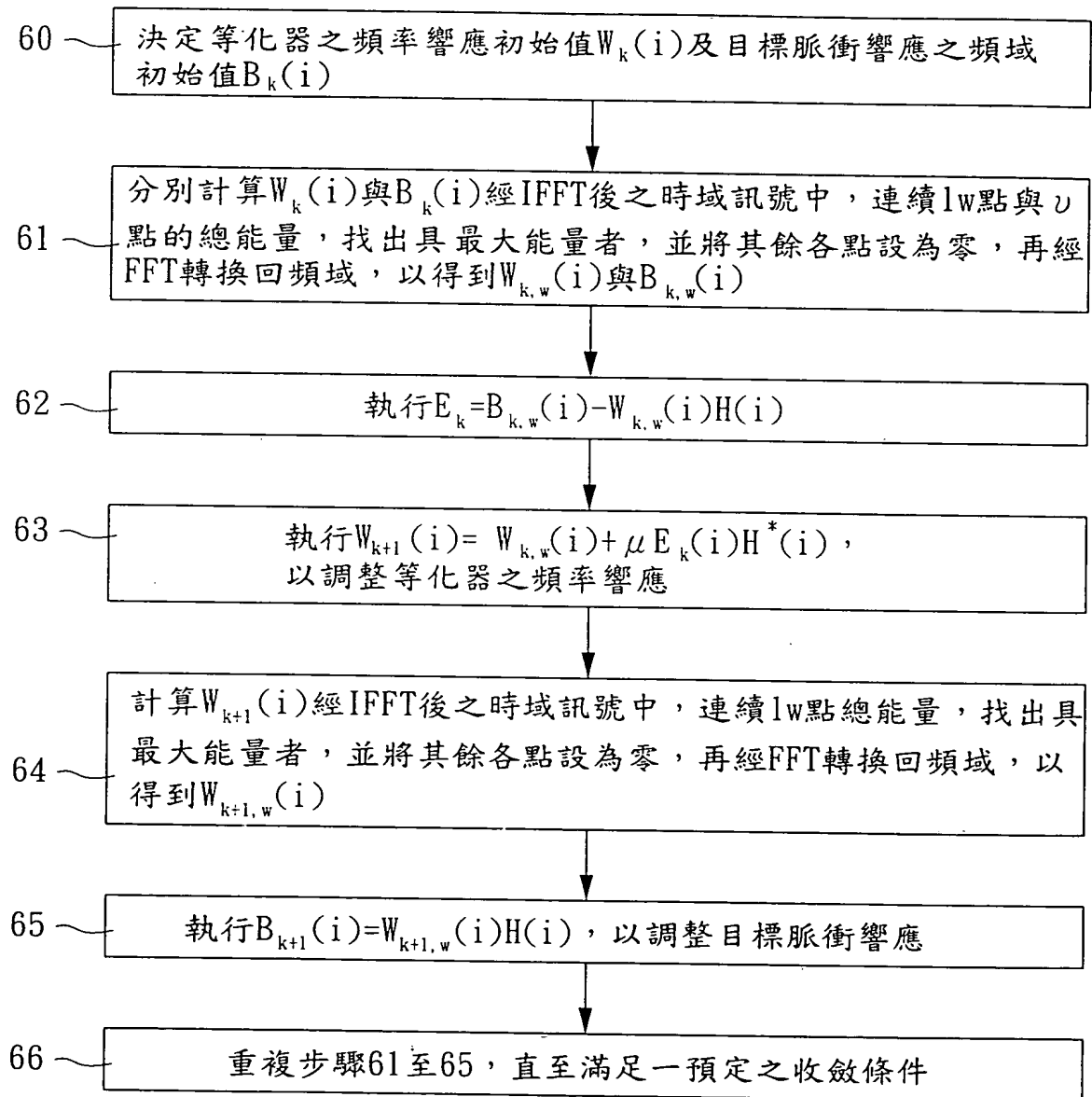


圖 六

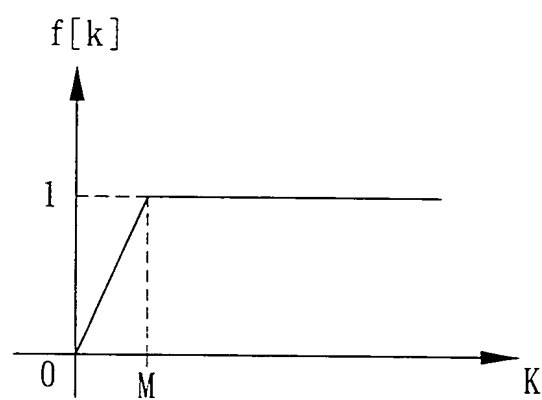


圖 七